



Automatisiertes endkonturnahes Preforming Carbonfaserverstärkter Thermoplaste

Dipl.-Ing. Michael Kühnel
München, 04.06.2014

Wissen für Morgen

Das DLR Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie (ZLP)

ZLP Standort Stade

Prof. Wiedemann (Direktor FA), Dr. Kruse (Leiter ZLP-SD)



ZLP Standort Augsburg

Prof. Voggenreiter (Direktor BK), Prof. Kupke (Leiter ZLP-A)

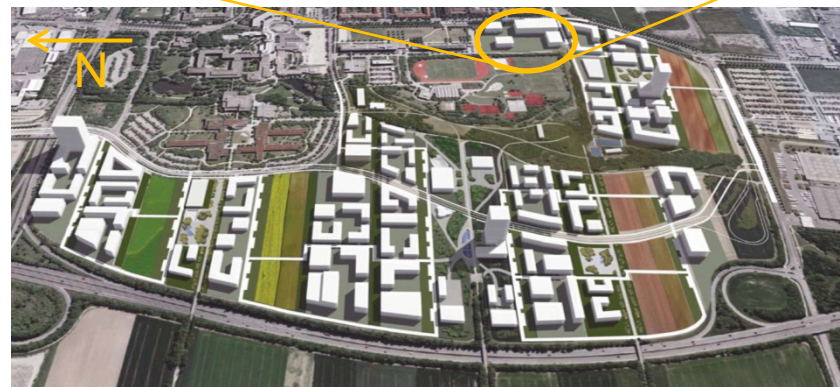


Das DLR-ZLP Augsburg

Eckdaten

- Start der Forschung: 2009
- Erhebung zum DLR Standort: 2011
- Eröffnung Neubau: Mai 2013
- Zahl der Forscher: aktuell ca. 30 (Ziel 40)
- Förderung Freistaat Bayern: 26 Mio. €
- Förderung Stadt Augsburg: 5 Mio. €
- Förderung DLR und Bund: 9 Mio. €
- = Gesamtvolumen von ca. 40 Mio. €

Lage

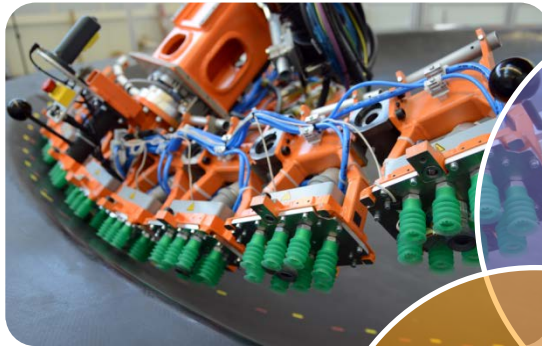


AUGSBURG
INNOVATIONS
PARK

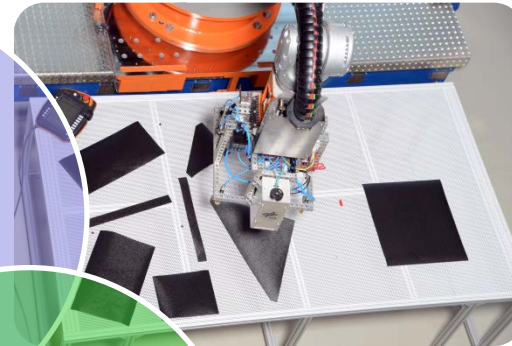


Das DLR-ZLP Augsburg

Forschungsschwerpunkte & Kompetenzfelder



Prozesse &
Automation

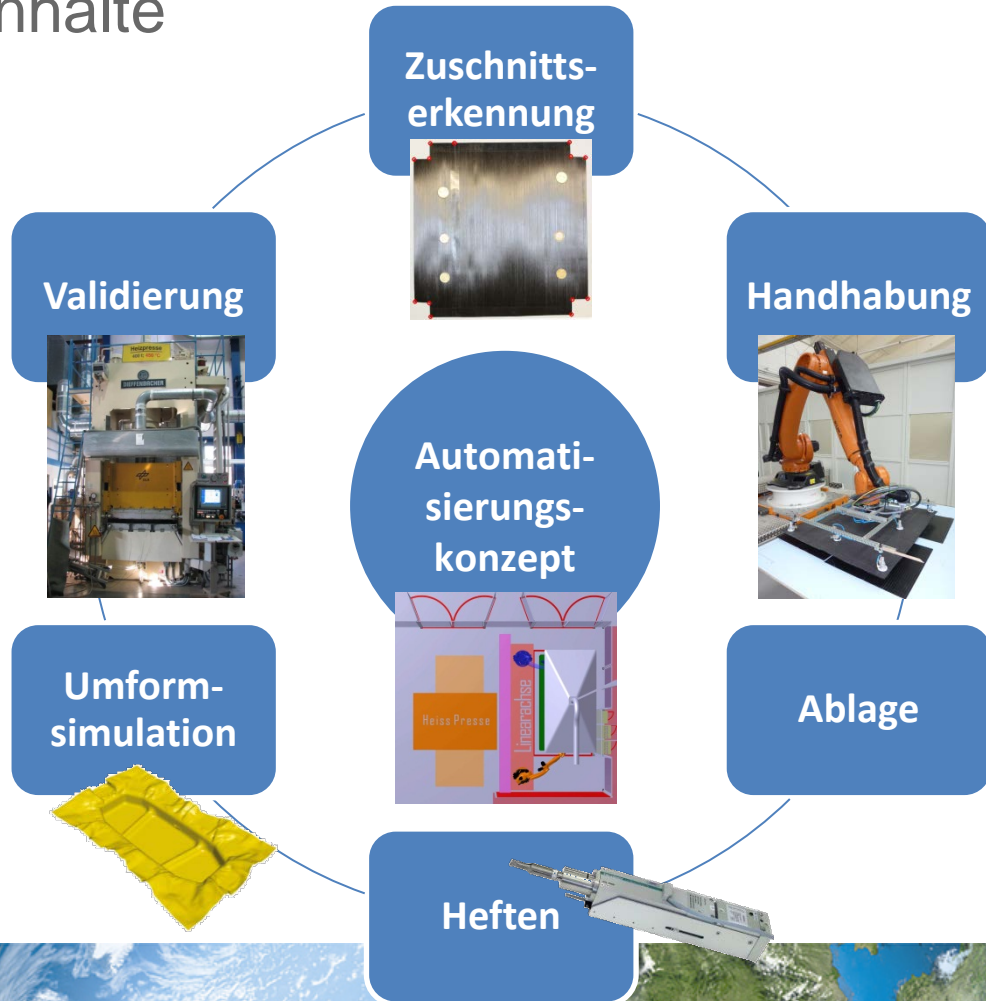


Robotik &
Mechatronik

Produktions-
integrierte
QS



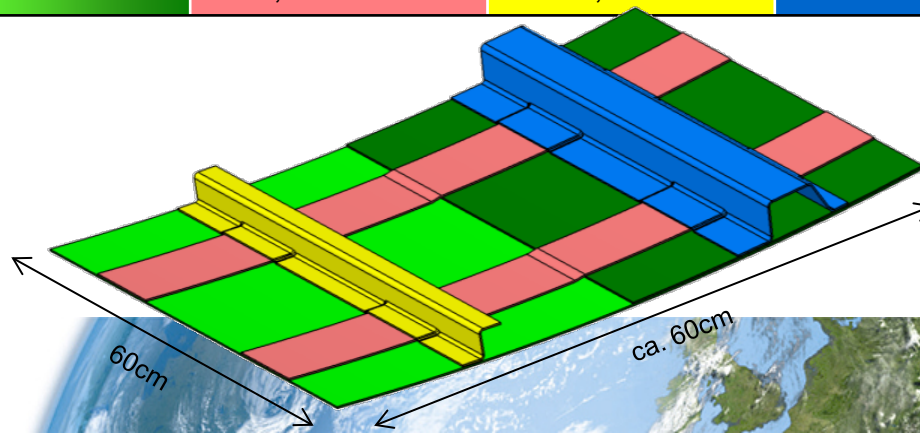
Automatisiertes endkonturnahes Preforming am Beispiel des Projektes MAI Plast DLR-ZLP Arbeitsinhalte



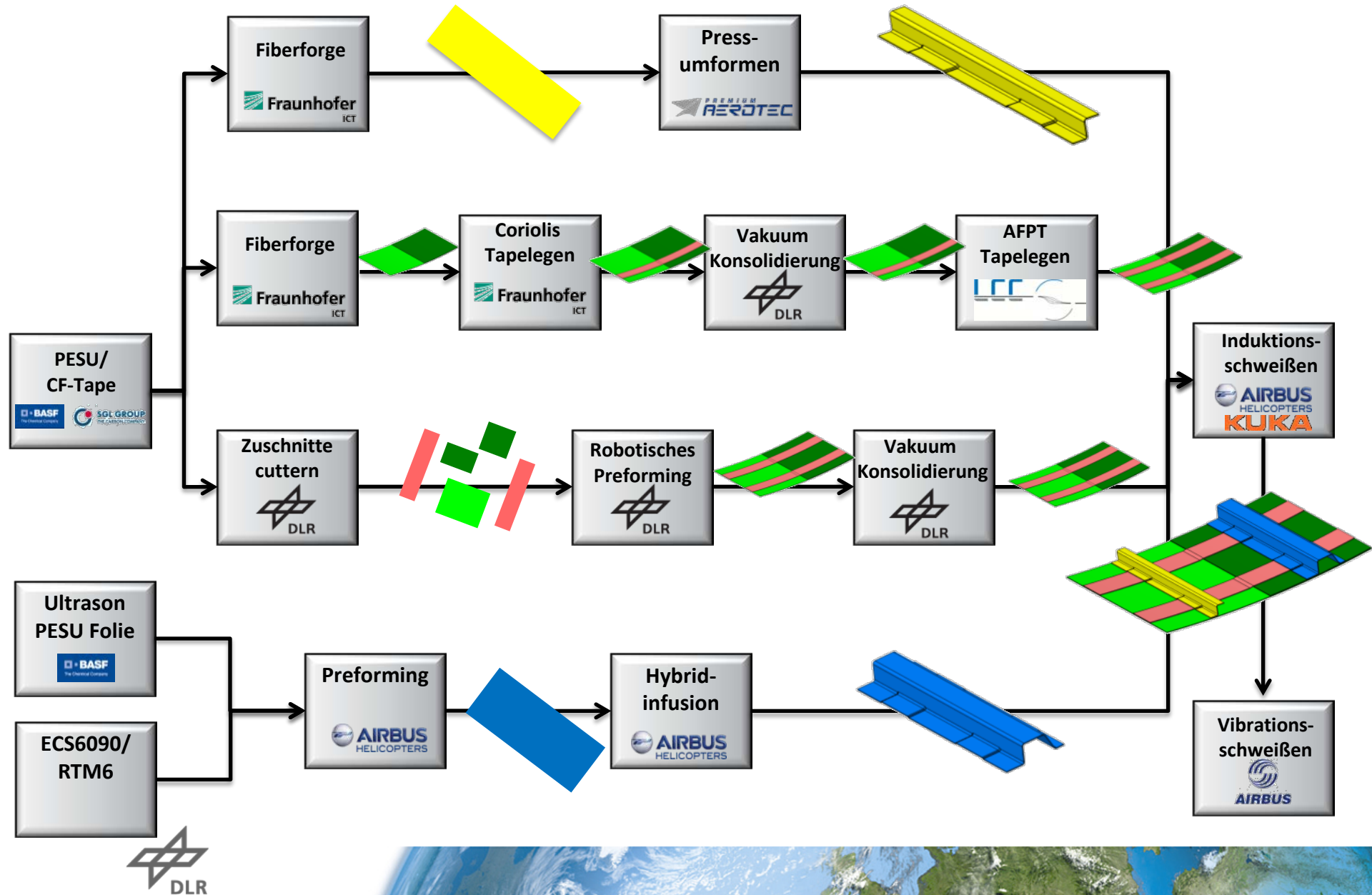
MAI Plast AG Luftfahrt Demonstrator

Stringer-versteiftes Hautfeld

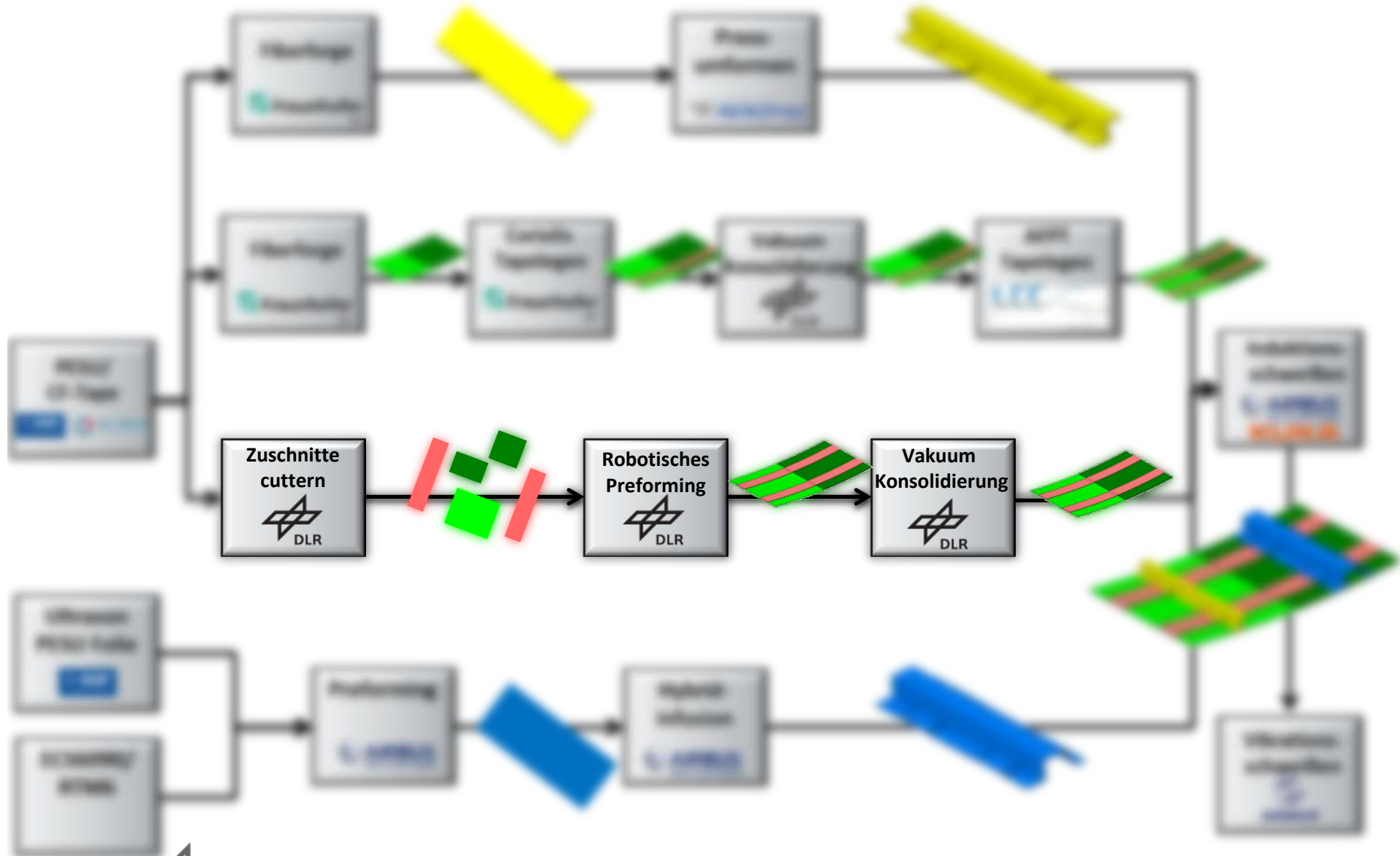
	1 Hautfeld	2 Verstärkungslagen	3 Z-Stringer	4 Omega Stringer	5 TP-Halter (nicht dargestellt)
Material	CF/PES	CF/PES	CF/PES	RTM6/CF-PES Funktionsschicht	PES
Herstell- technologie	Fiberforge- Technologie; DLR-Prozess	DLR-Prozess; Coriolis- Fibreplacement; AFPT- Fibreplacement	Fiberforge- Technologie; Pressumformen	RTM-Prozess	-
Fügetechnologie	Vakuum- konsolidierung	Vakuum- konsolidierung; Fibreplacement	Induktions- schweißen	Induktions- schweißen	Vibrations- schweißen
Beteiligte Partner	BASF; DLR; FhG; SGL	BASF; DLR; FhG; LCC; SGL	BASF; FhG; KUKA; PAG	Airbus Helicopters; BASF	Airbus Innovations



MAI Plast AG Luftfahrt Prozessrouten

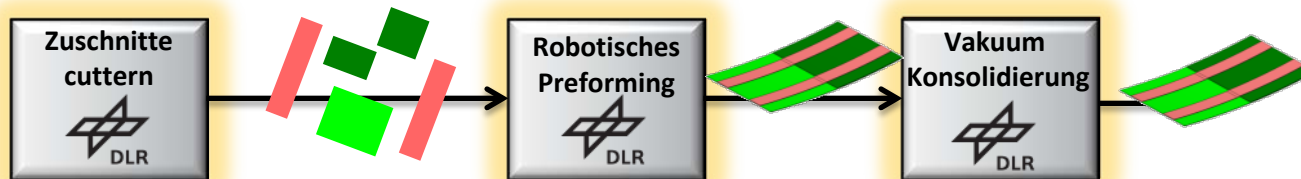
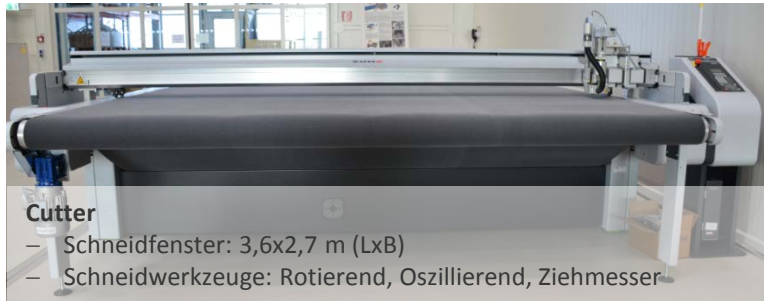


MAI Plast AG Luftfahrt Prozessrouten



MAI Plast AG Luftfahrt Prozessrouten

DLR Preforming Prozess



Betrachtetes Material: 12“ breites CF/PES UD-Tape
(CF/PEEK solange SGL/BASF/TCG-Tapes noch nicht verfügbar)

→ Slicen aller Zuschnitte, die breiter sind als 12“ (=30,48 cm)

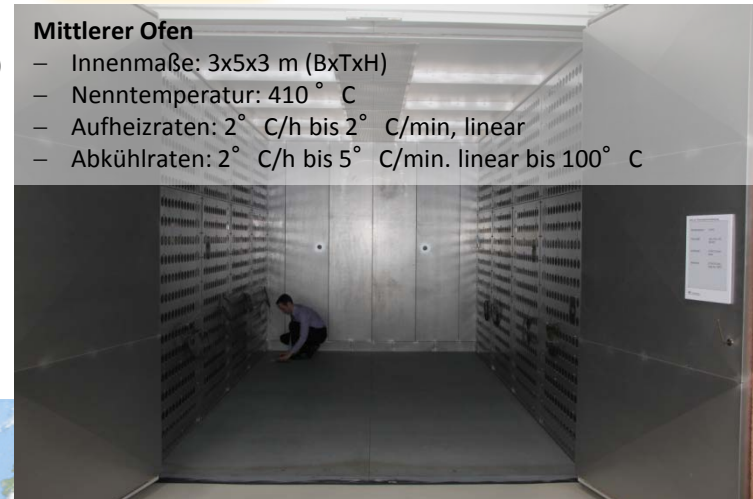
Kleiner Ofen (ab KW 34)

- Innenmaße: 1x1x1 m (BxTxH)
- Nenntemperatur: 400° C
- Aufheiz- und Abkühlraten: 2° C/h bis 5° C/min



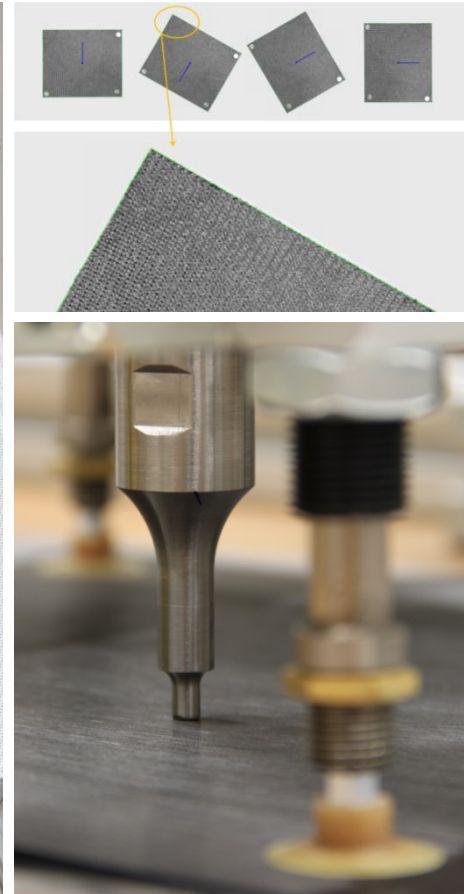
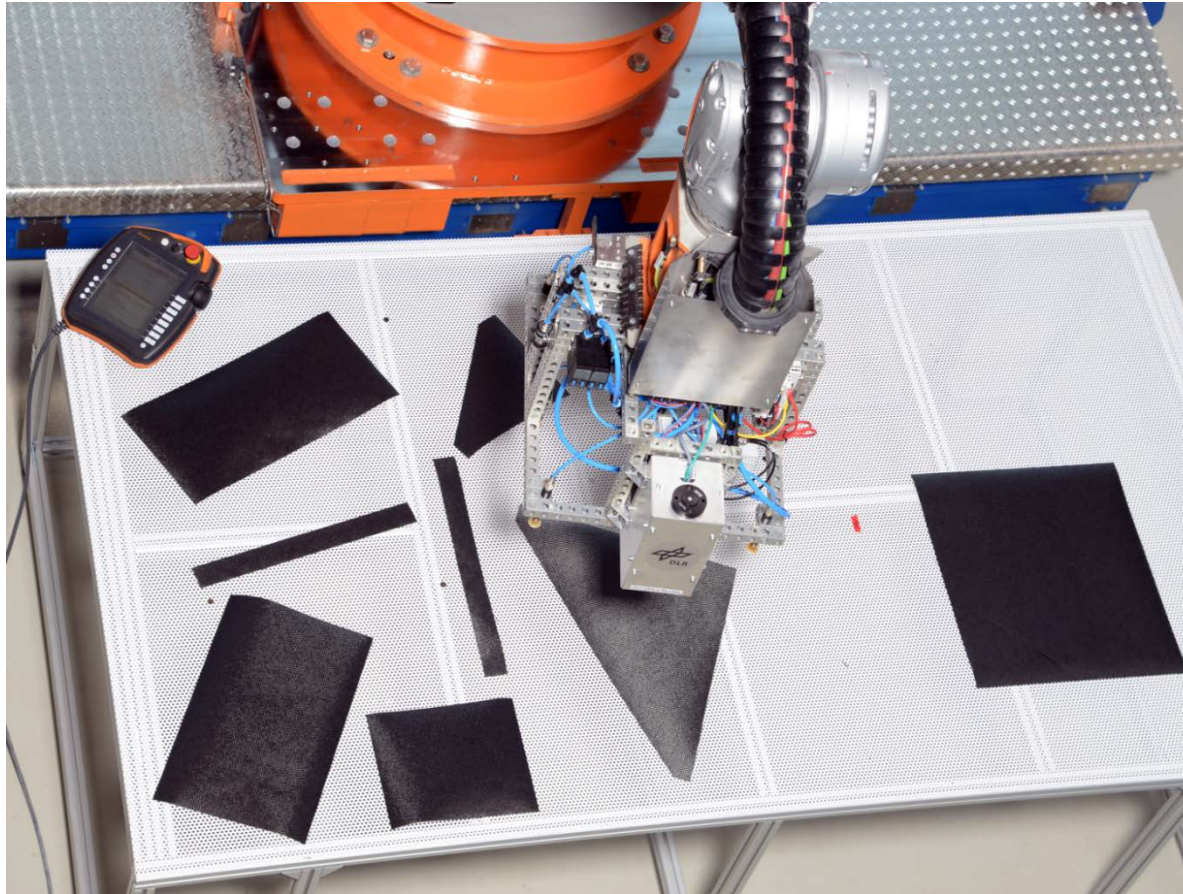
Mittlerer Ofen

- Innenmaße: 3x5x3 m (BxTxH)
- Nenntemperatur: 410° C
- Aufheizraten: 2° C/h bis 2° C/min, linear
- Abkühlraten: 2° C/h bis 5° C/min, linear bis 100° C



DLR Preforming Prozess

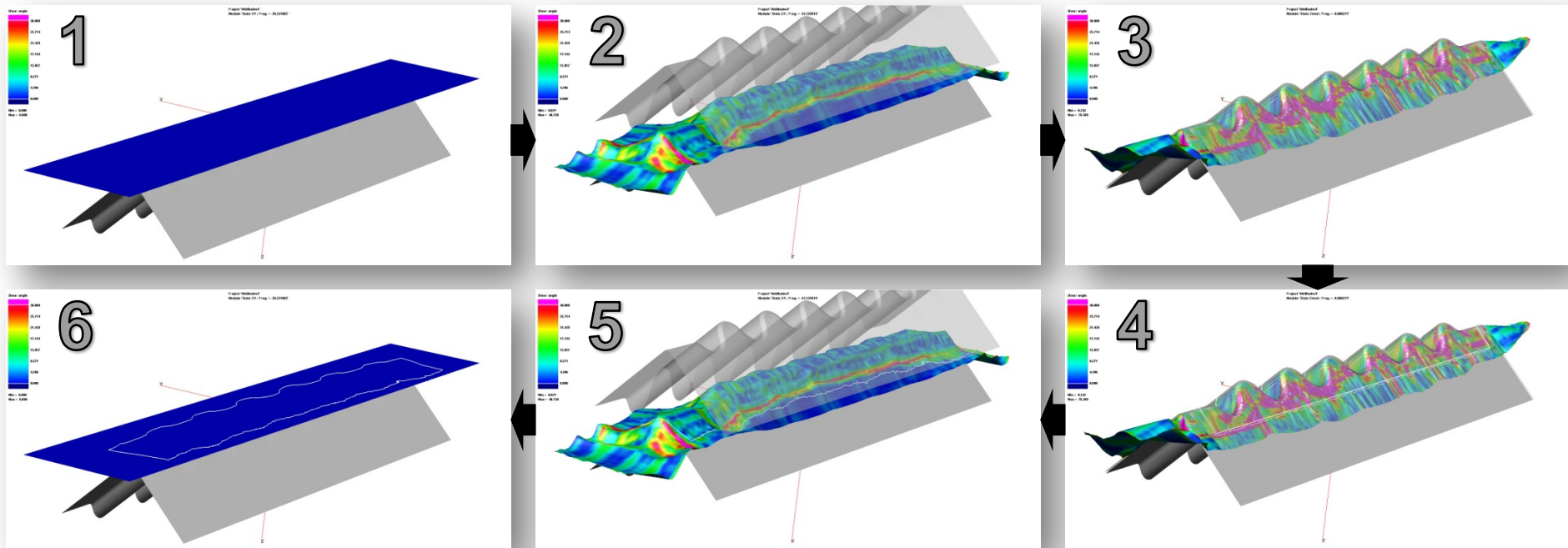
„Key-Features“ des robotischen Preformings



Prozess-Engineering

Umformsimulation (mit PAM-Form)

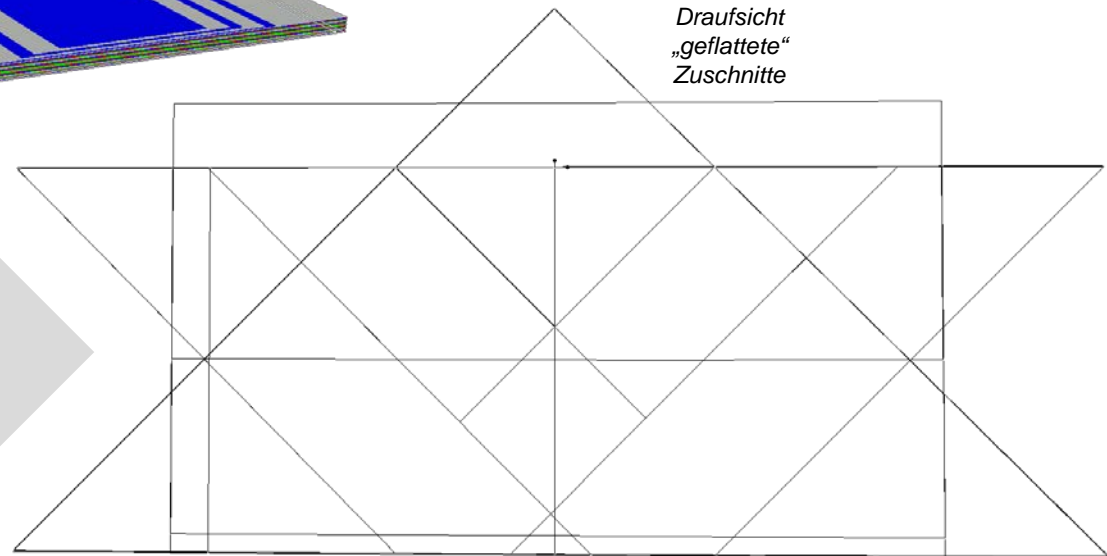
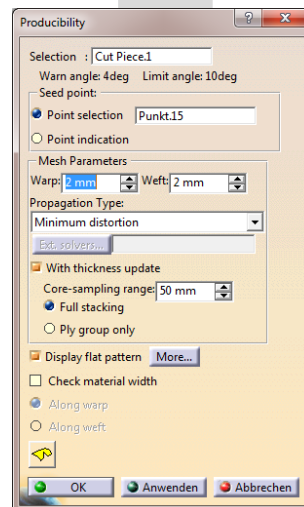
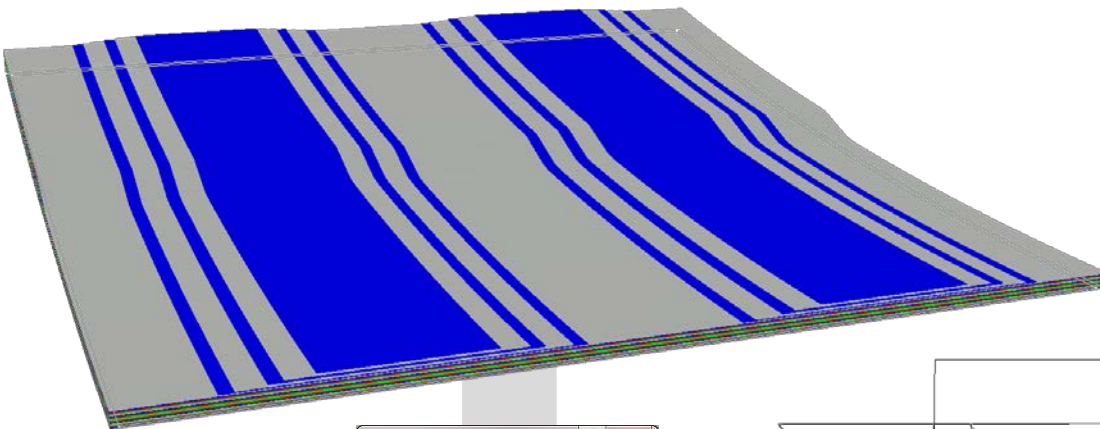
→ Endkonturnahe Zuschnittsgeometrien (bei Pressprozess)
(Beispiel nicht aus MAI Plast)



Prozess-Engineering

Drapiersimulation / Flattening (mit CATIA CPD)

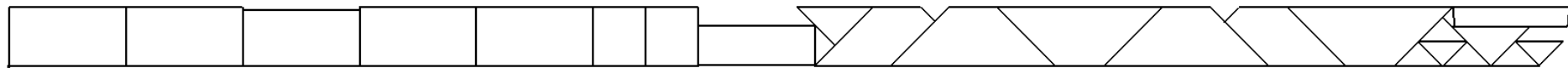
→ Endkonturnahe Zuschnittsgeometrien (bei Vakuumkonsolidierung)



*Draufsicht
„geflattete“
Zuschnitte*

Prozess-Engineering

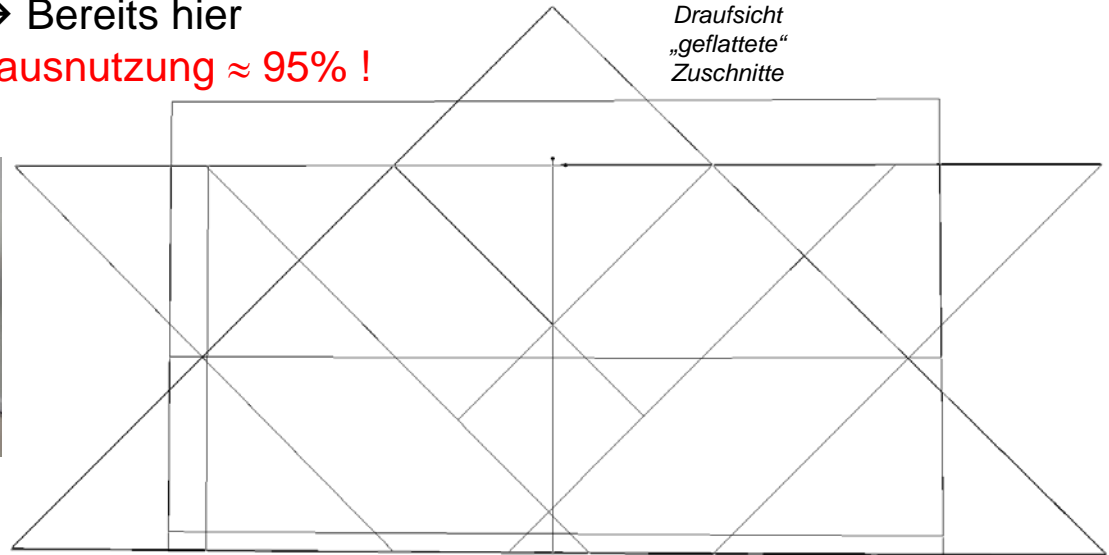
Nesting (mit Grafitroniks GTK)



Nesting für ersten 8 Hautfeldlagen
+ 2 Verstärkungslagen
(von 40 → ca. 25% des Plybooks)
→ Bereits hier
Materialausnutzung ≈ 95% !

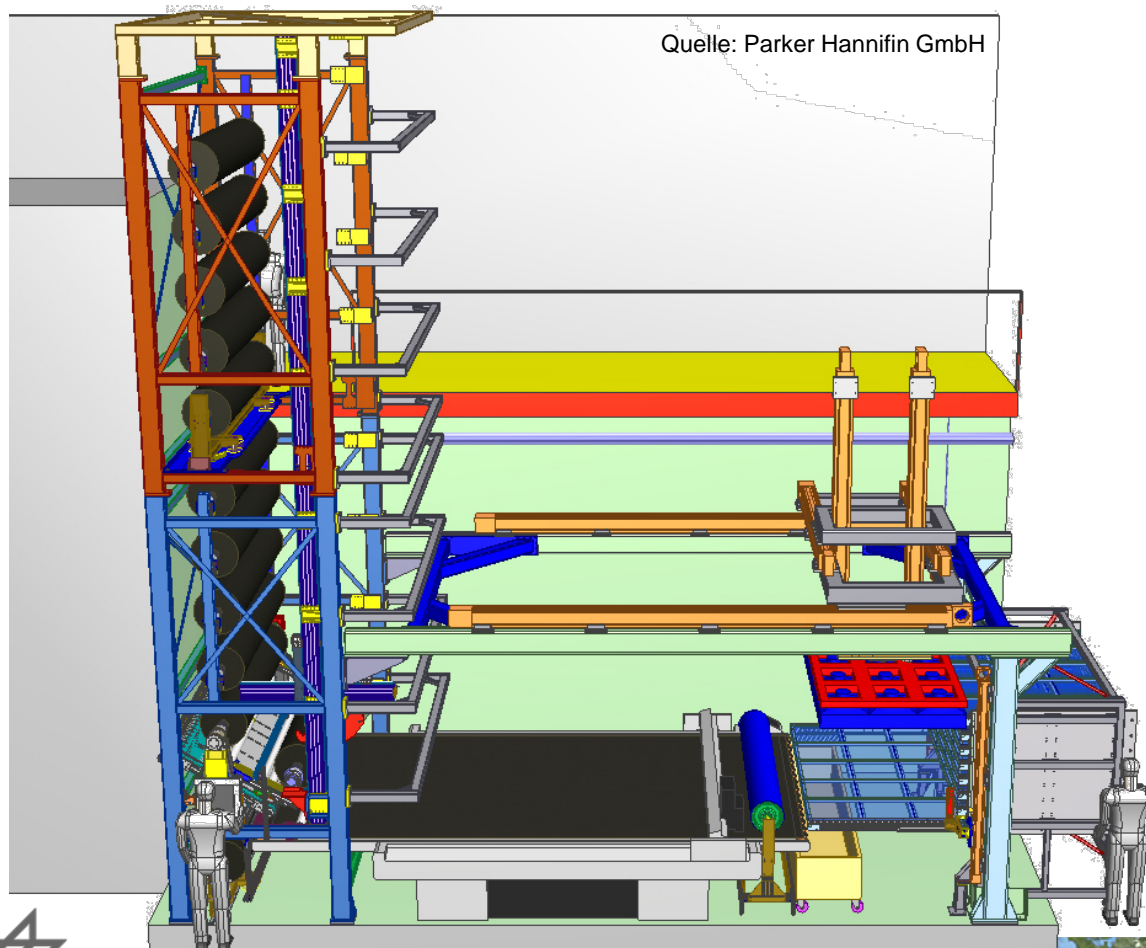


*Draufsicht
„gefaltete“
Zuschnitte*



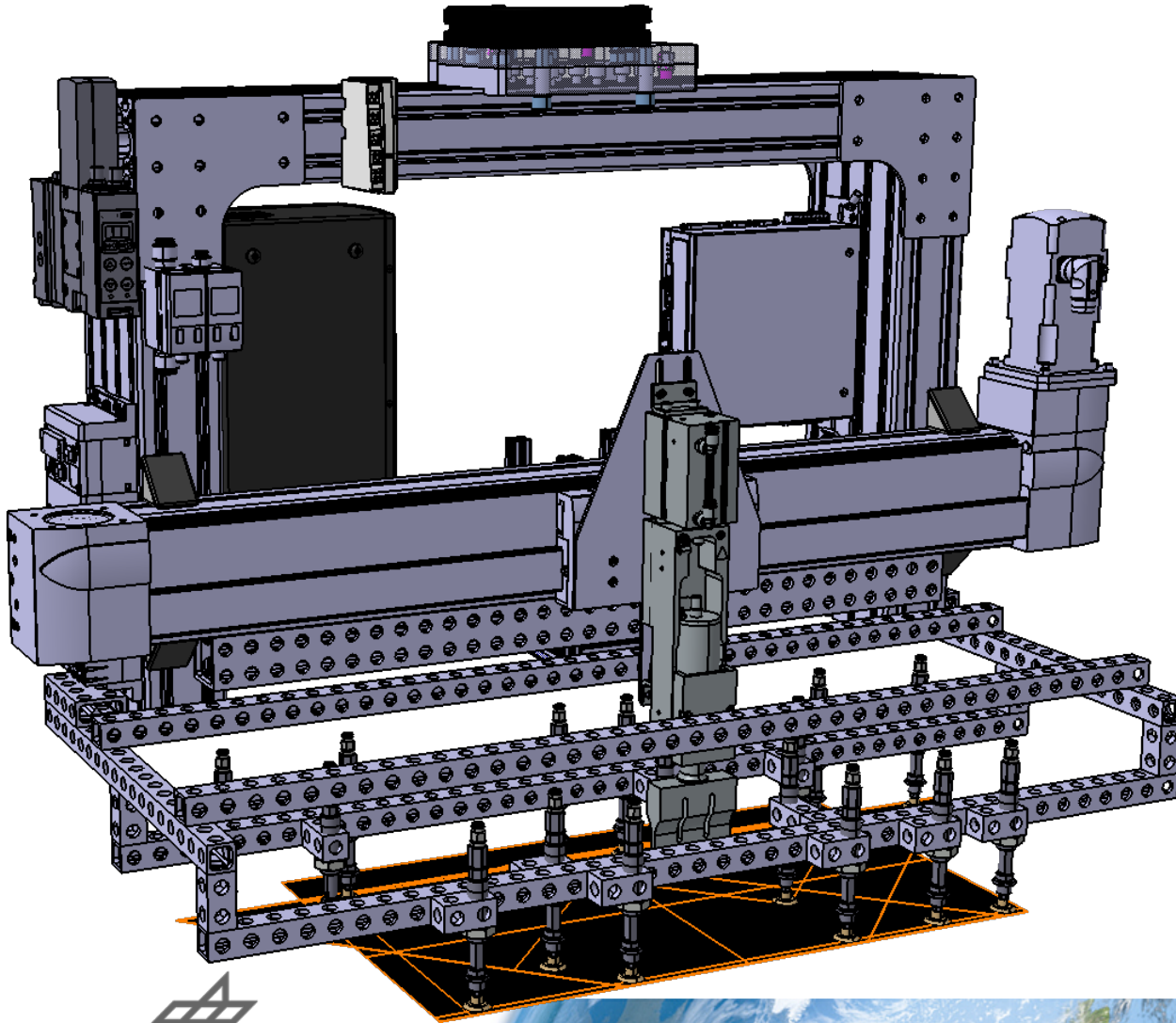
Automatisierte Zuschnitts-Bereitstellung

Cutter-Zentrum (ab Dezember 2014)



- Rollenspeicher & Materialzuführung
- Cutter
- Automatisierte Absortierung
- Palettiersystem mit
 - Schubladen: bis zu 2,5x1,5m
 - Aufrollmechanik: bis zu 16x2m

Bau des robotischen Endeffektors



Mechanische Struktur:

- item-Profile
- Witte-Profile

Greiftechnik:

- Schmalz Vakuum-Cups
Federstößeln
- Schmalz X-Pump
- Festo Ventilinsel

Heften:

- Branson US-Generator
Konverter und Sonotrode
- pneumatische Vorschubeinheit
- Festo Linearachse, Servomotor

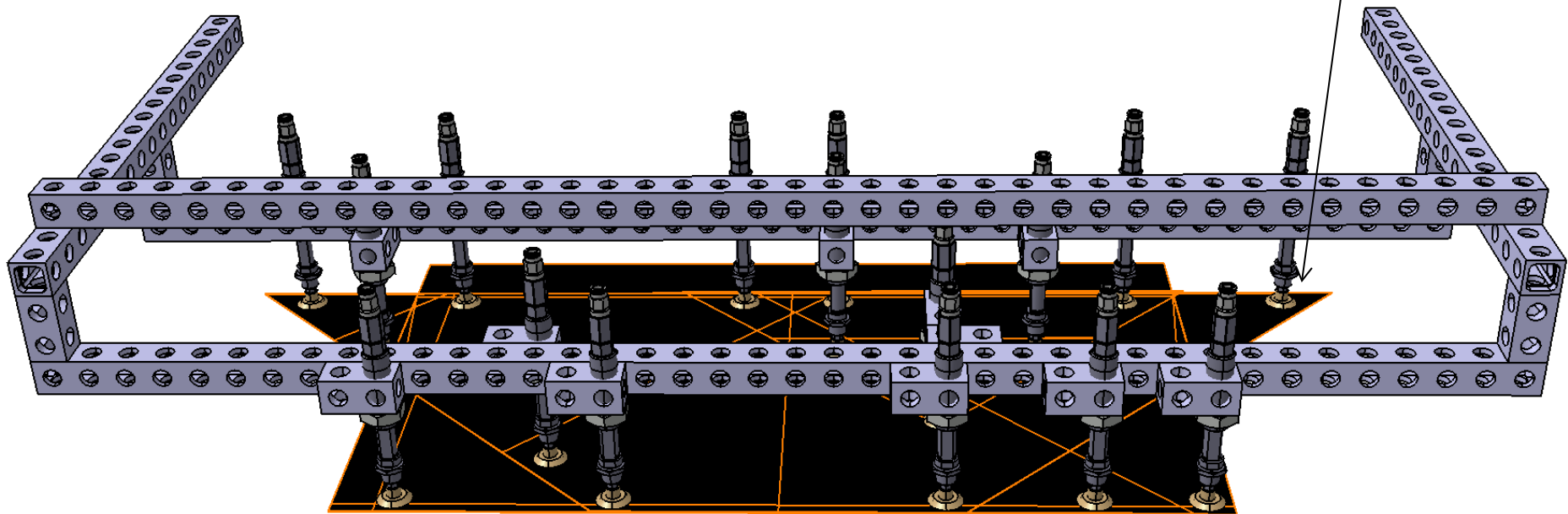
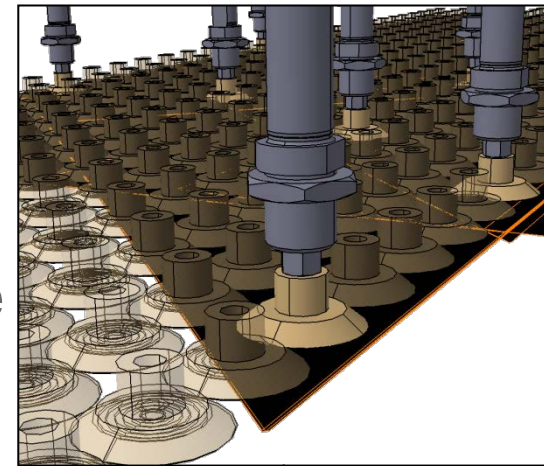
Zuschnittserkennung

Sensorik (p, dV/dt)

Bau des robotischen Endeffektors

Saugerverteilung / Zuschnittsaufnahme

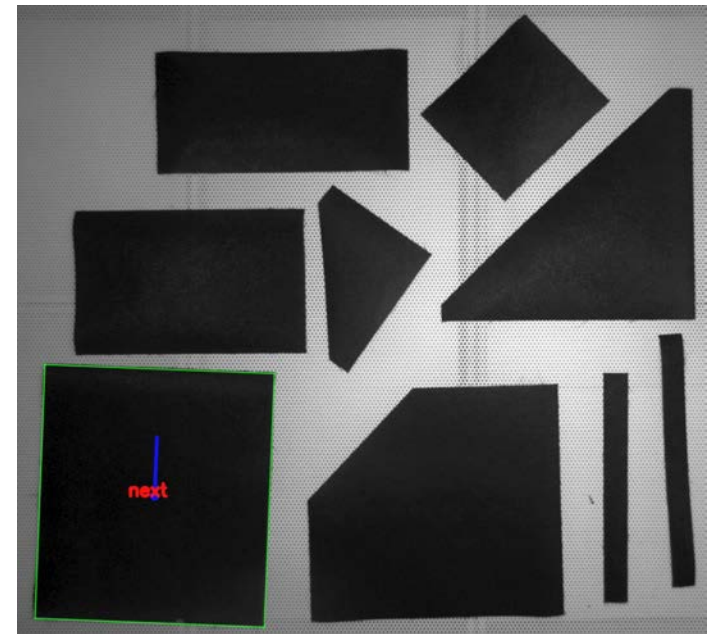
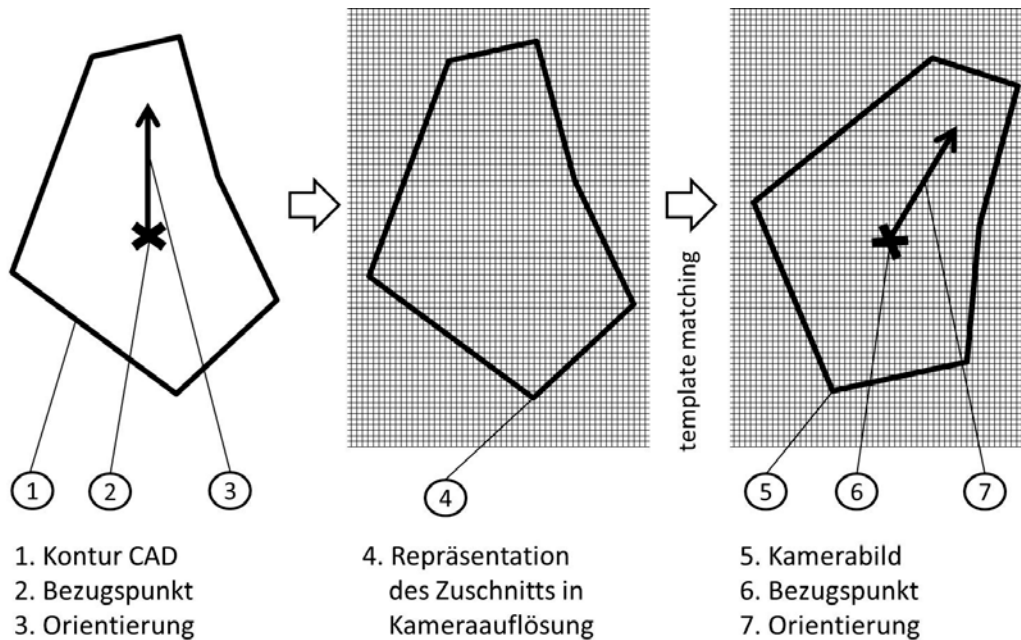
- Max. Saugeranzahl (zurzeit 24) begrenzt durch Anzahl der Ventile auf verwendeter Ventilinsel
- Diskrete Saugerpositionen durch Rasterung Witte-Profile (25mm)
- Min. 2 Heftpunkte/Zuschnitt → Erreichbarkeit Hefteinheit



Automatisiertes Preforming

Autonome Zuschnittserkennung

- Zum automatisierten Erkennen und Greifen sämtlicher Zuschnittsgeometrien
- Erkennung Faserorientierung über Fast-Fourier-Transformation möglich (Erprobungsphase)



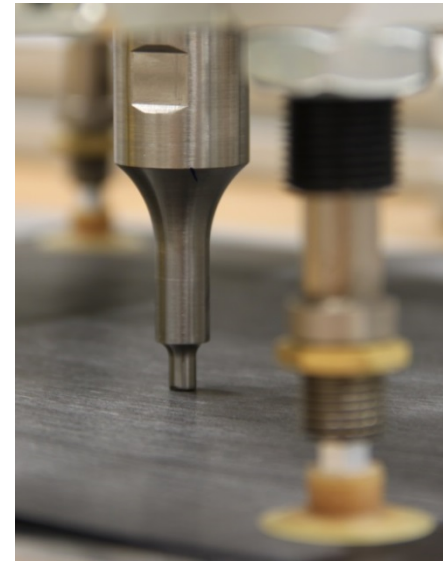
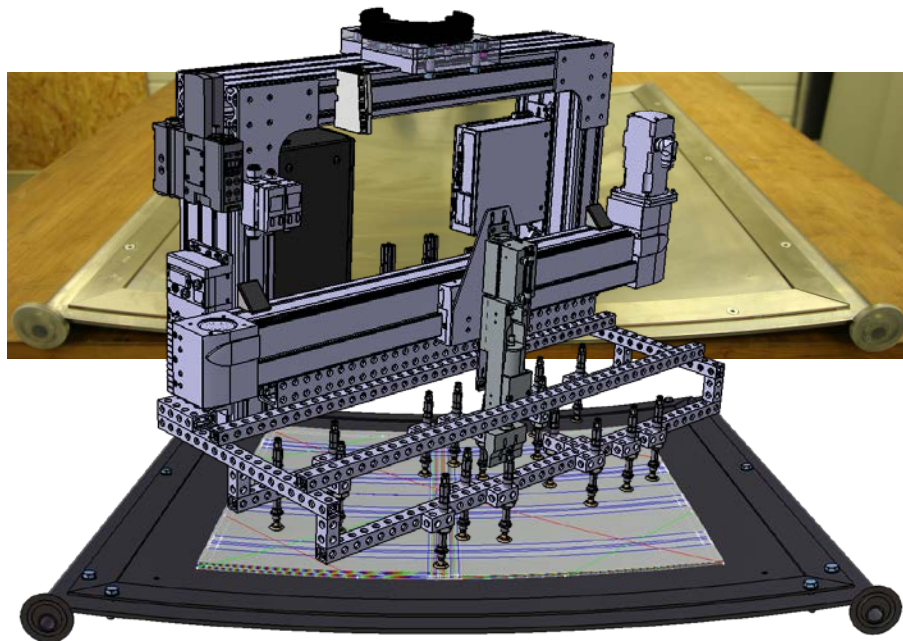
Ablegeprozess und Ultraschallheften

punktueller Heften der Zuschnitte mittels Ultraschall (40kHz)

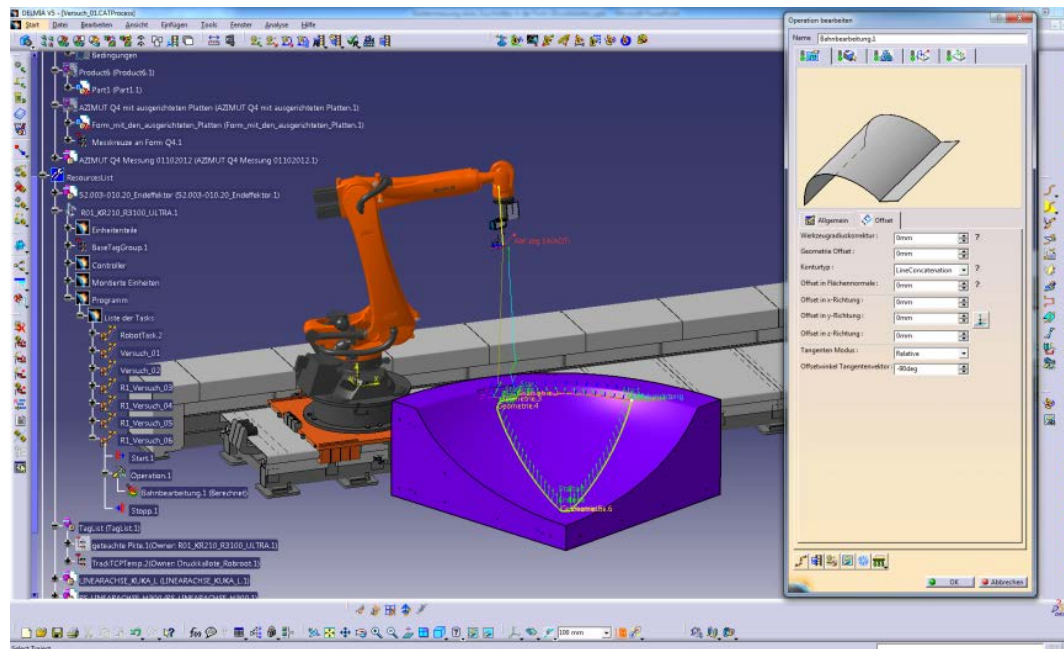
→ Wärme entsteht da, wo sie benötigt wird

(v.a. an interlaminaren Reibflächen)

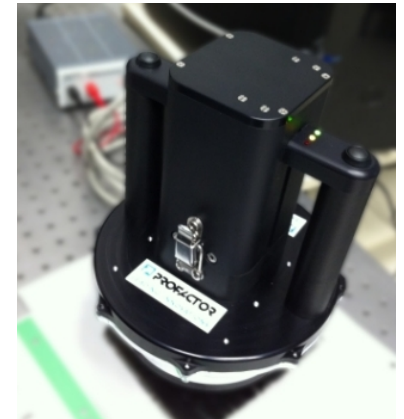
→ Schädigungsarmes, zügiges Fixieren der Zuschnitte



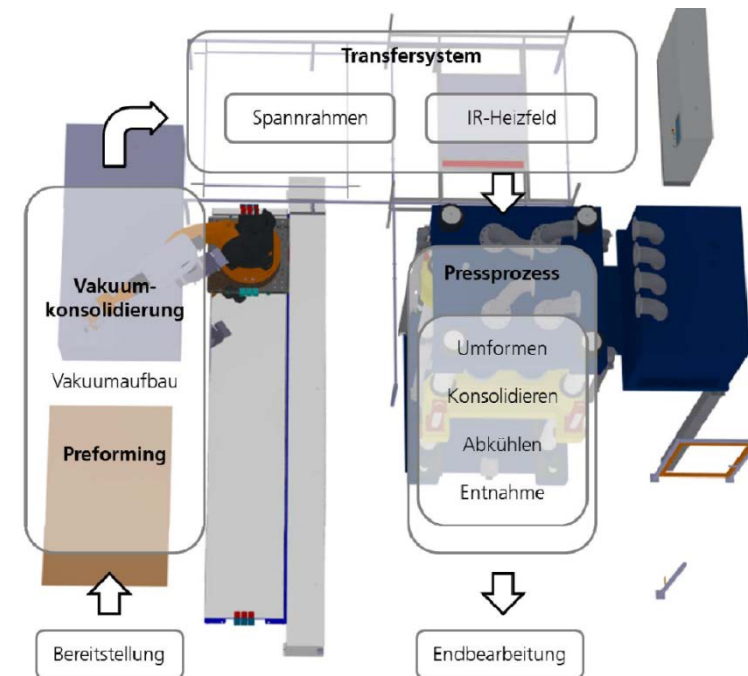
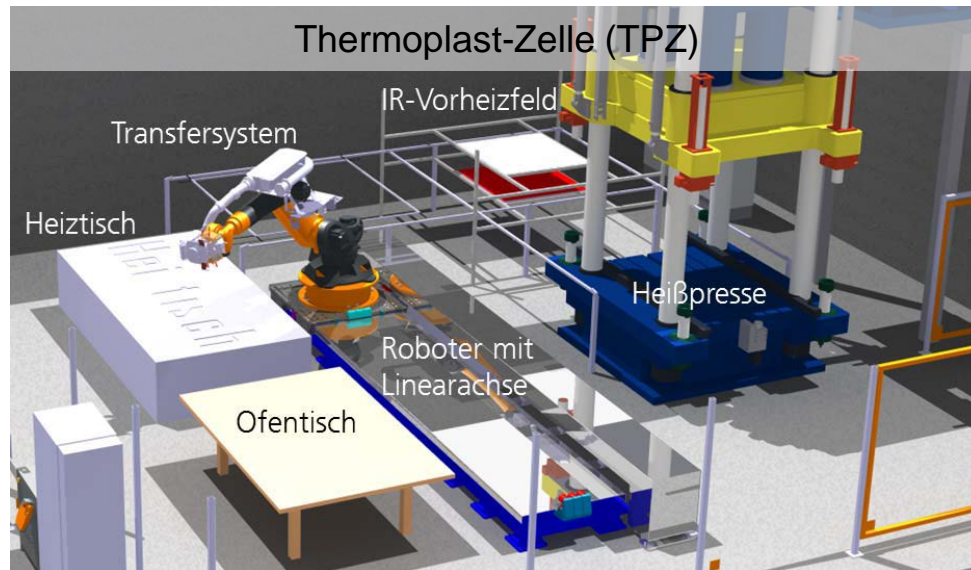
Zerstörungsfreie Prüfung der abgelegten Halbzeuge z.B. mittels Laserlichtschnitt oder Faserwinkelmessung



Offline Programmierung (OLP) mittels DELMIA

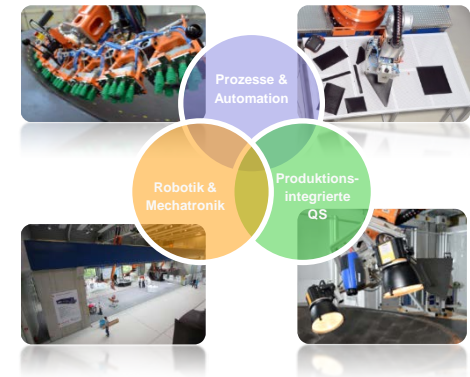


Nächste Schritte: Darstellung Gesamt-Prozess Pressprozess / Vakuumkonsolidierung



Zusammenfassung

- Endkonturnahe Zuschnittsgeometrien
→ **Umform- und Drapiersimulation**
- Automatisierte Zuschnitts-Bereitstellung
→ **Cutterzentrum**
- Flexible Zuschnittsgeometrien
→ **autonome Zuschnittserkennung**
- Flexible Halbzeugtypen und hohe Ablegeraten
→ **robotisches Preforming**
- Schnelles Lagenstacking
→ **Ultraschall-Schweißen**



Danksagung

Gefördert wird der Aufbau des ZLP in Augsburg durch die Stadt Augsburg, den Freistaat Bayern sowie das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie



Stadt
Augsburg



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie



AUGSBURG
INNOVATIONS
PARK

Besonderer Dank an das Team des DLR-ZLP





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

